

农电工人培训教材

外 线 工

梁树森 曾继伯

★

★

★

★

★

★



26

IGDIAN GONGREN PEIXUN JIAOCAI

水利电力出版社

农电工人培训教材

外 线 工

梁树森 曾继伯

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 7.25印张 158千字

1987年11月第一版 1987年11月北京第一次印刷

印数00001—79210册 定价：1.30元

书号 15143·6458

内 容 提 要

本书为适应县级农电工人技术学习的需要,对6~35kV架空线路的架设、运行、检修等方面进行了深入浅出的阐述,并附有例题和复习题。本书除作为农电工人培训教材外,亦可作为农电部门技术人员的自学参考书。

前 言

近年来,我国农村电气化事业发展很快,农电工人队伍迅速壮大,为提高农电工人的技术业务素质,做好技术培训工作,农电司和水利电力出版社共同组织编写了这套“农电工人培训教材”,作为全国各农电部门培训农电工人的基本教材。这套书适用于培训具有初中文化水平的农电工人,同时也可作为他们的自学参考书。对于教材的内容要求和编写大纲,是同有关省(市)农电负责同志经过几次会议共同研究确定的。该教材由九个省市的有关同志分工编写,林虔同志任主编。

这套教材共十二种,分别是《电工与电子基础》、《变电运行工》、《变配电设备检修工》、《外线工》、《内线工》、《电气试验工》、《继电保护工》、《电气仪表工》、《电度表工》、《装表接电工》、《营业管理与营业工》、《农电通讯工》。

各地在使用该教材过程中,可根据学员的文化技术水平作适当的增删,对这套教材有何意见和建议,请及时函告水利电力出版社,以便再版时改正。

水利电力部农电司

一九八六年十一月

作 者 的 话

本书针对县级农电部门外线工的实际工作需要，对10～35kV架空线路的架设、运行、检修作了重点的阐述，同时对农村电力网的基本知识作了介绍，还讲解了线路架设中一些常见理论计算。

本书力求做到深入浅出，通俗易懂，理论联系实际，在内容的选择上，注重农电部门的特点。

在本书编写过程中，湖北省黄陂县电力局李宝安同志对初稿进行了仔细的审查并提供了不少宝贵意见；辽宁省沈阳市农电局沈东方同志又再次对修改稿进行了校核并补充了复习题，在此一并表示感谢。

限于理论水平和实践经验，书中可能存在一些缺点和错误，敬请读者批评指正。

作 者

一九八六年十一月

目 录

前 言

作者的话

第一章 概述 1

第一节 农村供电的基本要求 1

第二节 农村电力建设的基本要求 4

复习题 5

第二章 农村电力网的基本知识 6

第一节 电力网的概念 6

第二节 农村供电的特点 9

第三节 架空线路在电力网中的作用 13

第四节 架空线路的构成 14

第五节 对架空线路的主要技术要求 35

第六节 架空线路的几项简易计算 44

第七节 两线一地制供电 69

第八节 地埋线（高低压塑料电力电缆） 76

复习题 78

第三章 线路的架设 80

第一节 施工复测 80

第二节 挖掘基坑 86

第三节 基础安装 90

第四节 立杆工器具 91

第五节 电杆的运输 107

第六节 立杆施工 110

第七节 架线 114

第八节 缺陷处理 142

第九节 交接验收	145
复习题	148
第四章 线路的运行	150
第一节 设备的命名及编号	150
第二节 线路的巡视	152
第三节 缺陷的记录和管理	159
第四节 故障类型和故障点的查找	162
第五节 线路常用简易测试	166
第六节 技术资料的管理	173
第七节 线路装设电容器	177
第八节 努力提高线路的运行水平	185
复习题	195
第五章 线路的检修	197
第一节 检修计划的制定	197
第二节 认真执行《电业安全工作规程》	199
第三节 换杆	206
第四节 换线	209
第五节 弧垂调整	211
第六节 其它金具部件的更换	213
第七节 接地电阻的改善	214
第八节 带电作业简介	219
复习题	221

第一章 概 述

外线工是从事架空电力线路运行、维护、检修等工作的电气人员。

按照对外线工从初级工到中级工的技术要求，应具有一定的技术理论知识和检修经验，能组织进行一般线路的简单设计、现场施工、运行检修和事故处理等工作。为此外线工又应同时了解电力工业的特点及供电生产方面的基本知识。

第一节 农村供电的基本要求

一、供电的安全性

电力工业的特点是产、供、销一次完成，即发电厂生产电能，电力线路输送电能，变电站将电压升高或降低，以便于控制和分配电能，用户的电灯或电动机消耗电能，都是同时进行的。以上发电、供电、用电三者的设备联系在一起组成电力系统，如图1-1所示。

由于发电厂任何时刻生产的电能，必须等于该时刻用电设备消费与输送、分配中损耗电能之总和，故生产不能中断，而电能又无法大量贮存，这决定了电力系统的运行必须把安全放在第一位。如果无计划地突然中断供电给国民经济造成的损失将远远超过电力系统本身的损失。

根据负荷性质和用电设备对供电可靠性的要求来划分，一般农业电力用户属于二级或三级用户；但是，对于35kV及以上供电的重要的农业枢纽排灌站等用户来说，可以列为

一级用户。

各级电力负荷对供电要求有所不同，对一级负荷，要求有备用电源；如果系统不具备这个条件，而一级负荷又不大时，可用小火电机组或从附近的独立供电电源中引出低压线作为该负荷的第二电源。对二级负荷，一般可考虑用10kV及以上电压等级的架空线路采用两台变压器供电，能基本满足供电可靠性的要求。

根据我国农业现代化的规划，农村电网的容量将越来越大。农电负荷达10MW以上的县，陆续建立了以110kV变电站为中心的农村电网。随着110kV农业用电为主的地方性电网的迅速增加，对电力系统的安全运行将提出更高的要求。

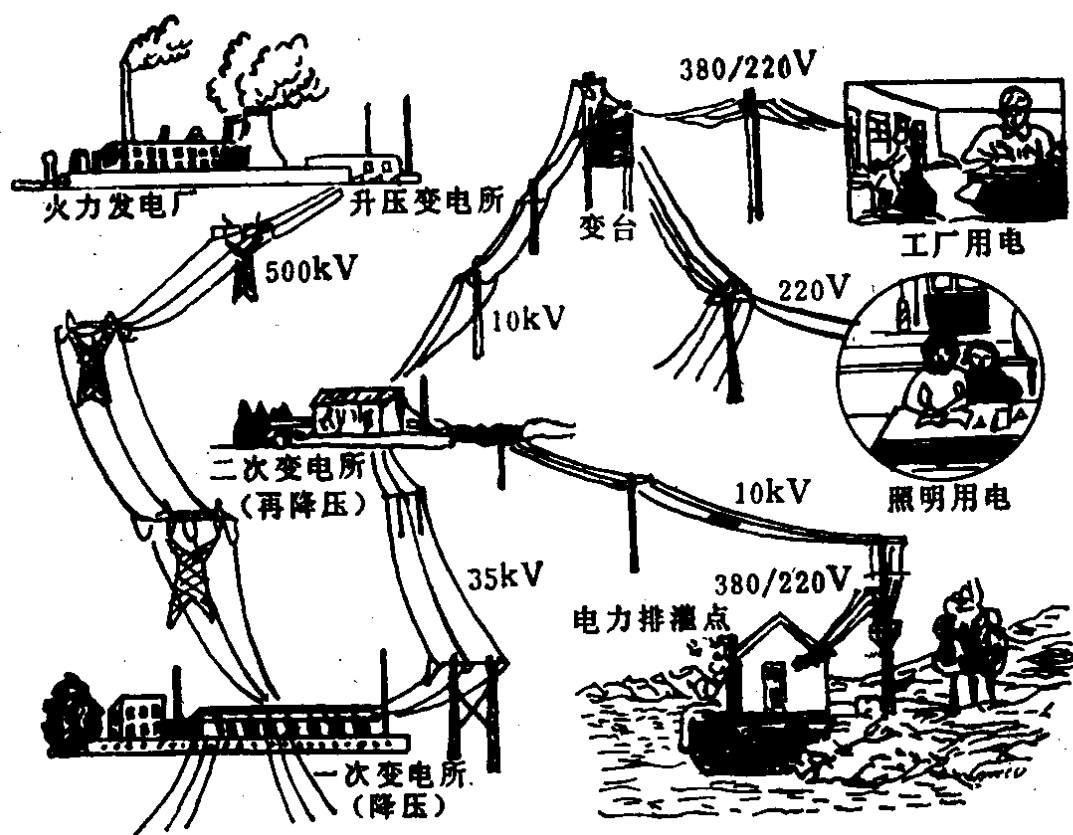


图 1-1 电力的生产、输送、分配、使用过程

二、电 能 质 量

良好的电能质量，一般是指电压正常和频率合格。根据部颁标准，供电电压的偏移差值，不得超过下列范围：35kV及以上为 $\pm 5\%$ ，10kV及以下为 $\pm 7\%$ ，低压为 $+5\%$ 、 -10% 。

农村电压的允许偏移，可比城市和大工矿企业放宽一点，在正常情况下一般不应超过 $+5\%$ 、 -10% 。

关于频率质量，我国规定电力系统标准频率是50Hz，容许误差规定为：中小容量系统不超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ （即运行频率在49.5~50.5Hz范围内）；大容量——超过百万千瓦装机的电力系统不超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ （即49.8~50.2Hz）。

三、经 济 供 电

目前我国农电的线损率有时高达20~25%，主要原因是：农村的设备多而分散；用电负荷季节性强；旧电网不适应新增长的用电需求；某些供电设计不合理或使用上的不当等。这些都可能形成设备负荷率小，功率因数低和线路损耗大等不合理现象，因此造成了大量电能损失。

国务院颁发的《节能指令》要求农村电网的线损率降到12%以下。提出了“农村电网的供电半径，一般不得超过下列规定：10kV——15km；35kV——40km”。这是实现经济供电的有效措施之一。

四、供 电 的 可 靠 性

供电可靠性是由停电次数和停电时间来衡量的。电网可靠性的要求，对一级用户、应能满足在正常运行方式下一台主变压器或一条送电线路发生事故而切除时，不影响正常供

电：一条配电线路发生故障而切除时，不影响重要负荷的供电。

国外对供电可靠性的衡量，一般是以全部用户的平均供电时间占全年时间的百分数来表示的。例如用户每年停电时间（包括事故和检修停电时间）占全年时间的0.1%，则供电可靠性为99.9%。

农村电网的供电可靠性，各地按照不同的负荷类型，也有相应的具体要求。

第二节 农村电力建设的基本要求

农电事业的发展，对促进农村经济繁荣，提高农民的物质文化生活水平，起了很大作用。今后要加快农村电力建设步伐，加强对农电设备的运行维护管理，逐步满足农村的生产和生活用电的需要，这是从事农电工作人员的光荣使命。

为此，我们在农村电力建设方面要掌握和贯彻以下的技术政策和管理措施：

（1）对于电源建设，邻近电力系统的农村，一般由系统供电；远离系统的农村，应根据当地的能源条件，采用小水电或小火电供电。对沼气发电和风力发电等则应积极进行科研和试验，在技术上成熟、经济上合理时，因地制宜逐步推广。

（2）农村供电电网应有合理的布局。农电负荷已达一万千瓦以上的县，可考虑建立以110kV变电站为中心的农村电网。

（3）为了使农村供电电压的偏移数值保持在允许范围内，农村电网应有适当的调压手段和必要的无功补偿。

(4) 为了降低农村电网的线损, 除应加强管理外, 还要抓好电网升压改造, 合理调整电网布局, 推广采用高效低铁损变压器, 改造和淘汰耗能高的变压器。对排灌站专用变压器可采用空载自切装置。

(5) 为了降低农村电网的工程造价, 在提高技术和保证产品质量的基础上, 应积极采用陶瓷横担、因地制宜地推广塑料地埋线。

(6) 为了保证农村电网的安全经济运行, 必须提高农电设备的施工安装质量和工艺水平。凡新增线路或设备, 必须先向农电部门申请, 办理手续; 批准后才能接线用电; 农电线路的架设和安装, 必须符合部颁标准, 由农电局人员或持证乡村电工施工。竣工后, 按规定分级验收, 不符合规定的不能送电。未经验收合格而私自投入运行的, 要严肃处理, 直至追究法律责任。

复 习 题

(1) 简述农村供电的基本要求。

(2) 结合本地区的实际, 叙述农电发展在农村现代化中的重要作用。

(3) 农电建设应遵循哪些基本原则?

第二章 农村电力网的基本知识

第一节 电力网的概念

现代电力工业是由发电厂、电力网和用电设备三个基本环节构成的。

电力网包括各类电压等级的升、降压变电所（站）和送配电线路；电力系统则是从发电机开始一直到用户的设备为止的整个系统的总称，如图2-1所示。

一、电压等级的配合

我国电网的标准电压等级为500、330、220、110、35、10、0.4kV，配电网的电压等级为10kV。目前多数农村供电电压等级有下列两种配合类型：

第一类型：二次降压方式，采用35kV降至10kV，再从10kV降至0.4kV，即35/10kV、10/0.4kV，这种两级降压配电的方式，适合于负荷布点较为分散的地区。

第二类型：直接降压方式，采用35kV直配电，即35/0.4（35/6.3kV，其线损与电压损失均可减少，从而提高供电质量，但配电设备及线路投资较昂贵。适用于负荷较为集中并离电源较近的地区）。

随着农村用电的逐步普及，多数地方以一个35kV变电站为中心，采用第一类型配电（即二次降压方式），负荷布置在变电站供电半径15km范围以内。

为数不多的单台电机容量在1000kW以上的大型排灌

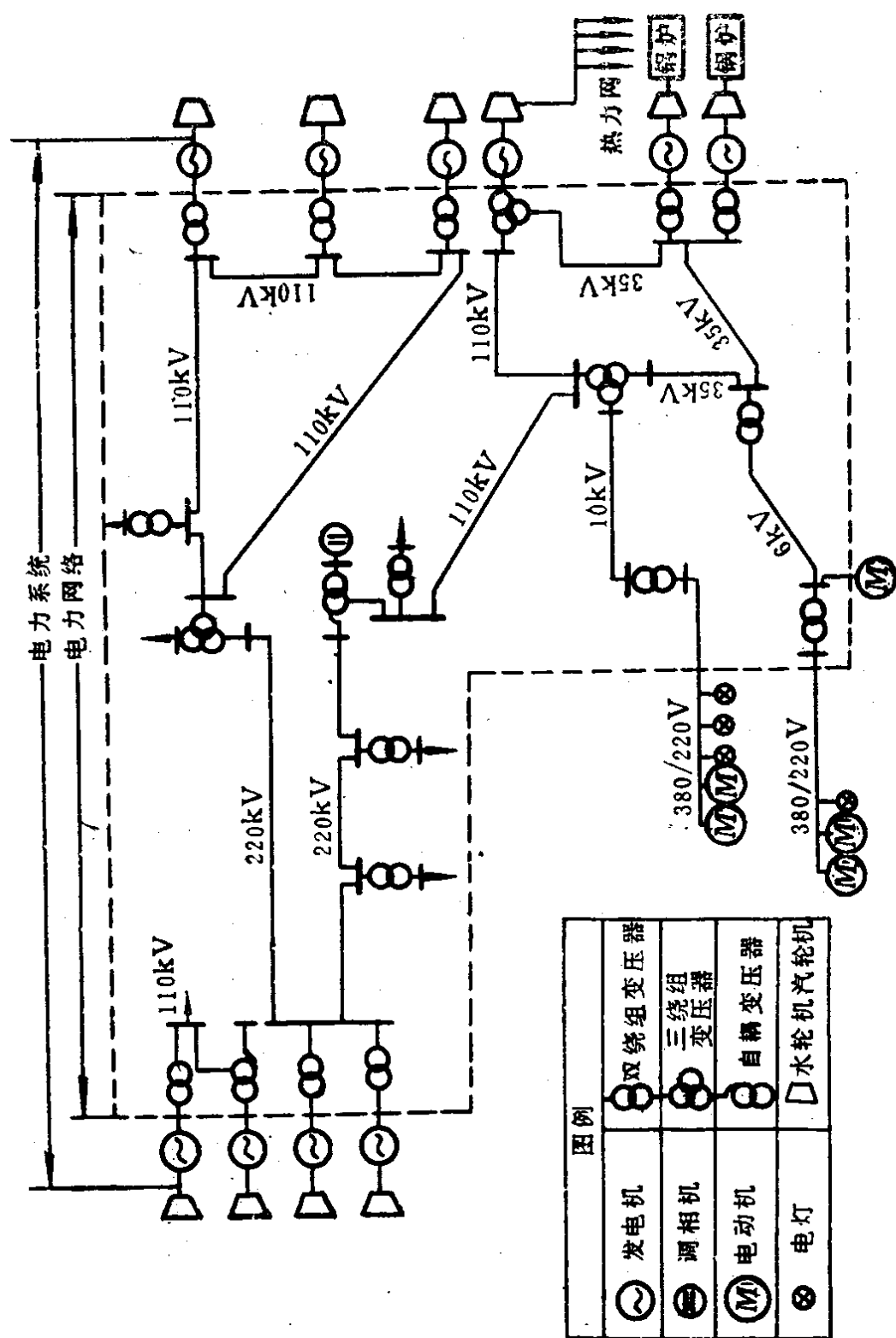


图 2-1 电力网与电力系统

站，采用35kV直配电是经济的。一些商品经济较为发达的农村地区，以及近年来在重要的排灌枢纽地带兴建的水利“大泵站”点，已改用110kV直接降压配电。

二、配电电压等级的选择

由于历史的原因，一些农村地区仍有6.3kV和10kV两种配电电压。6.3kV配电网的输送能力约为10kV的1/3，其经济配电距离约为3km，最大可达10km；10kV经济配电距离约5~7km，最大可达15km。当传输相同的电力时，10kV线路可比6.3kV线路节省有色金属约40%，并可节省大量投资。

因此农村高压配电电压，除了满足大功率的排灌站安装6.3kV高压电机的需要之外，宜采用10kV配电电压。

三、农村电网的接线方式

农村经济形势的迅速发展，使农村用电构成也发生了很大的变化，最突出的是水田开发增加大量电井负荷，区乡工业用电增长突出，农民生活用电上升。农村电力事业的发展进入了一个崭新的阶段。

随着农电负荷的增长，电网接线应简单方便、操作灵活、安全可靠和造价低廉。为了保证干线的安全运行，应尽量减少在干线上直接接配电变压器，而采用分支线的方式。分支线与干线的连接，应考虑最短的电气距离。

对离电源较远而所接负荷较多的线路，可考虑放射型接线，以减少电能损失和提高供电可靠性。如图2-2(a)所示，一般农村以排灌站、村镇等为一个10kV配电点，采用放射形接线，配电距离在15km以内。

离电源较近而负荷又较集中的线路，可考虑采用T形接线，以节省线路投资，如图2-2(b)所示。

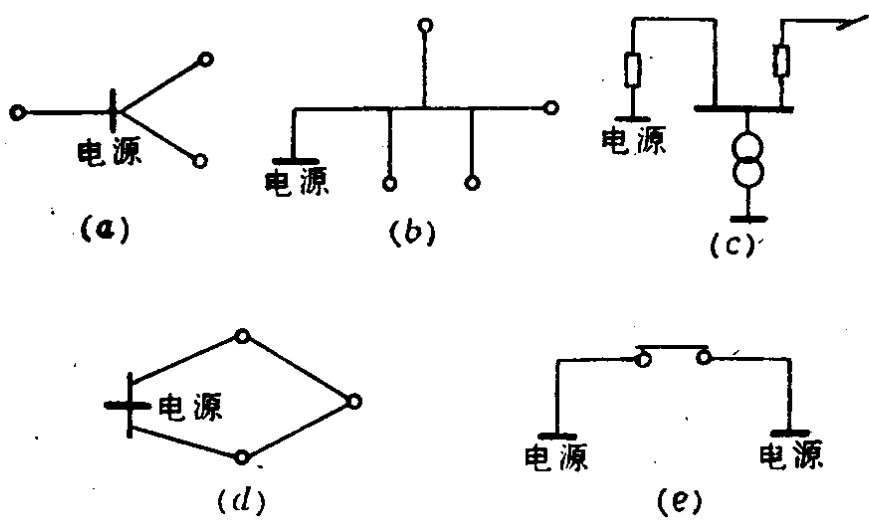


图 2-2 农村电网接线示意图

(a)放射形接线；(b)T形接线；(c)Γ形接线；(d)环形接线；
(e)两端供电接线

我国农村电网较多采用多个T接方式，既可简化电网和变电站接线，又可节省投资与设备。为了提高这种接线方式的供电可靠性，尽量缩小故障范围和便于检修，T接点一般以3~5个为宜。

为了提高供电可靠性，也有采用“Γ”形接线的，如图2-2(c)所示；但采用这种接线方式需增加开关设备。在有条件的地区，为了提高供电可靠性，可采用环形接线或双电源供电的接线方式，如图2-2(d)、(e)所示。

农村电网采用何种接线方式与负荷性质、负荷大小和负荷点的分布密切相关，故应进行经济技术论证后确定。

第二节 农村供电的特点

通常情况下，电力网分为区域电力网和地方电力网。区

域电力网主要是以110kV以上电压等级的送变配电设备连接起来组成的规模较大的网络,地方电力网的电压一般是35kV(或110kV以下),即用于城市或大工矿企业内部网络,也广泛用于农电网络。

连接在农村电力网上的用电设备所消耗的功率称为农村电力负荷。

一、农电负荷的种类

农电负荷根据其性质可分为以下四类:

(1) 农田排灌。我国幅员辽阔,各地农业耕作的条件差别很大。新中国成立以来,作为农田基本建设的重要组成部分,各地都兴建了大量的水利配套设施;其电气设备的容量大小不等,有几千瓦至几十千瓦,大的甚至有上万千瓦。前者一般采用感应电动机,用低压供电,后者多采用高压同步电动机,用高压供电。

在我国北方缺水地区,还普遍开发了地下水源,用电动机井从浅层、中层直至深层抽水,机井的发展星罗棋布,组成了庞大的电动机井群以满足农业生产灌溉的需要。

(2) 农机修造和区乡工业。随着农业机械化、电气化的发展,所使用的机械设备和电气设备越来越多,为了适应这些设备的补充和维修,各地兴建了不同规模的农机修造厂。此外,近几年来区乡工业蓬勃发展,除传统的小化肥厂、石灰厂、砖瓦厂、小煤窑之外,新兴的纺织、化工、轧钢、塑料、电镀、食品、家用电器及成衣等小工厂也越来越多。一些商品经济发达的农村地区,其区乡工业产品已打进国际市场,具有一定的竞争能力,成为国家创汇的补充力量;这